

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *REFLECTOR* TERHADAP TEGANGAN
KELUARAN MODUL *SOLAR CELL***



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

REYNALDO HILGAADIS PRACTICA

D400120056

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *REFLECTOR* TERHADAP TEGANGAN
KELUARAN MODUL *SOLAR CELL***

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

REYNALDO HILGA ADIS PRACTICA

D400120056

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Hasyim Asy'ari S.T., M.T

NIK 981

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *REFLECTOR* TERHADAP TEGANGAN
KELUARAN MODUL *SOLAR CELL***

OLEH

REYNALDO HILGA ADIS PRACTICA

D400120056

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari, 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Umar, S.T., M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Agus Supardi, S.T., M.T.

(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 11 Juni 2016

Penulis



REYNALDO HILGA ADIS PRASTICA
D 400 120 056

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN *REFLECTOR* TERHADAP TEGANGAN KELUARAN MODUL *SOLAR CELL*

Abstrak

Kehidupan masyarakat saat ini tidak dapat dipisahkan dari energi listrik, mulai dari masyarakat yang tinggal di desa maupun yang tinggal di kota besar. Pembangkit listrik yang ada saat ini merupakan pembangkit konvensional yang menggunakan bahan bakar fosil dalam prosesnya. Sedangkan disisi lain, jumlah ketersediaan bahan bakar fosil lambat laun akan semakin habis sehingga dibutuhkan pembangkit listrik baru yang tidak menggunakan bahan bakar fosil dalam prosesnya. Modul *solar cell* merupakan suatu alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik baru. Namun pada prosesnya dibutuhkan penambahan-penambahan tertentu pada modul *solar cell* agar tegangan keluaran yang dihasilkan dapat optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *reflector* terhadap tegangan keluaran yang dihasilkan modul *solar cell*, serta untuk mengetahui besar sudut kemiringan *reflector* yang paling efisien untuk mengoptimalkan tegangan keluaran dari modul *solar cell*. Modul *solar cell* yang digunakan sebanyak 3 buah dengan kapasitas masing-masing 120 Wp. Pengujian dilakukan dari jam 09.00 s/d 16.00, selama 3 hari tanpa *reflector* dan 3 hari menggunakan *reflector* dengan kemiringan sudut yang berbeda. Penelitian ini menggunakan *reflector* dengan sudut kemiringan 65°, 75°, dan 85°. Modul *solar cell* tanpa *reflector* menghasilkan tegangan keluaran paling tinggi sebesar 20,4 V. Hasil tegangan keluaran modul *solar cell* dengan menggunakan *reflector* paling tinggi sebesar 20,7 V dengan sudut kemiringan 75°. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan *reflector* mampu meningkatkan tegangan keluaran modul *solar cell*.

Kata Kunci: *reflector, solar cell*

Abstract

In this era, all of the people survival can not be separated from the electrical energy, from the people who live in villages and are living in a big city. The power plant is now a conventional power plants that use fossil fuels in the process. While on the other hand, the availability of fossil fuels will gradually be depleted so we needs the required of new power plants that do not use fossil fuels in the process. Solar cell module is a tool that can convert sunlight into electric power. Sunlight is a source of renewable energy that can be utilized as a new power plant. But in the process it takes certain additions to the solar cell module so the output voltage is generated can be optimized. This study aimed to determine the effect of the mirror reflector of the output voltage produced by the solar cell module. Module of solar cells are used as many as 3 pieces of the capacity of 120 Wp. Tests are conducted from 09.00 s/d 16.00, for 3 days without a reflector and 3 days using a reflector with different tilt angles. This study uses a reflector with a slope angle of 65°, 75°, and 85°. Solar cell module without reflector produces the highest output voltage of 20.4 V. While the results of the output voltage of the solar cell module by using a maximum of 20.7 V reflector at an angle of 75 °. The results of this study show that the addition of the reflector can improve the output voltage of solar cell module.

Keywords: reflector, solar cell

1. PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan sekunder yang penting bagi penduduk Indonesia, sehingga kebutuhan energi listrik akan terus meningkat. Banyak usaha yang sedang dilakukan untuk meningkatkan sumber-sumber energi alternatif yang sering disebut sebagai sumber energi terbarukan. Energi surya *photovoltaic* dapat memberikan lebih banyak energi di masa depan dibandingkan dengan energi terbarukan lainnya karena sumber energi cahaya matahari akan terus ada setiap harinya (Ngwe soe, 2008).

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik yaitu pengkonversi energi cahaya menjadi listrik. Ada beberapa jenis panel surya diantaranya *monocrystalline panel*, *polycrystalline panel* dan *copper indium gallium selenide* (Martin Weitz,2004).

Solar cell adalah alat untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Dan *photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Prinsip kerja dari *solar cell* yaitu saat cahaya mengenai sel silikon dan cahaya akan diserap oleh sel silikon, energi cahaya yang diserap akan ditransfer ke bahan semikonduktor yang berupa silikon. Energi yang tersimpan dalam semikonduktor akan mengakibatkan elektron lepas dan mengalir dalam semikonduktor. Semua sel *photovoltaic* ini juga memiliki medan elektrik yang memaksa elektron yang lepas karena penyerapan cahaya tersebut untuk mengalir dalam suatu arah tertentu (Supranto,2015).

Sel surya tersusun dari beberapa bagian yaitu substrat adalah material yang menopang keseluruhan komponen sel surya. Material substrat ini juga harus mempunyai konduktivitas listrik yang baik karena berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium. Material semikonduktor berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Bagian semikonduktor terdiri dari gabungan dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p yang memiliki kekurangan elektron dan tipe-n yang memiliki kelebihan elektron yang membentuk p-n junction, bahan semikonduktor yang baik untuk pembuatan *solar cell* yaitu silikon, karena silikon memiliki keseimbangan muatan yang baik sehingga penyerapan cahaya matahari lebih efisien dibandingkan bahan semikonduktor yang lain dan memudahkan dalam proses doping. Doping yaitu penambahan muatan positif dan negatif untuk menghasilkan proses oksidasi yaitu berpindahnya elektron dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p yang biasa disebut P-n junction, P-n junction menjadi kunci dari prinsip kerja dari sel surya (Mohammed Khorshed,2011).

Kontak metal adalah material konduktif transparan sebagai kontak negatif, lapisan antireflektif adalah bahan yang digunakan untuk mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali, *cover glass* adalah bahan yang berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul *solar cell* dari hujan atau kotoran (Supranto,2015).

Besar kecilnya tegangan yang dihasilkan oleh modul *solar cell* bergantung pada banyak sedikitnya cahaya yang dihasilkan oleh sinar matahari. Akibat pergerakan matahari membuat cahaya

yang dihasilkan berubah-ubah, untuk meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya matahari maka diperlukan modifikasi modul *solar cell* agar cahaya yang masuk semikonduktor bisa merata untuk itu diperlukan *reflector* yang berupa cermin datar agar *solar cell* mampu menangkap cahaya secara efektif sehingga tegangan yang dihasilkan bisa maksimal, dengan menyesuaikan pergerakan matahari maka posisi *reflector* harus disesuaikan dengan sudut-sudut tertentu untuk memperoleh hasil yang maksimal. *Reflektor* adalah permukaan yang dapat memantulkan atau mencerminkan gelombang cahaya (M.Isa,2015).

Penempatan *reflector* ini akan ditempatkan dibagian selatan dari modul *solar cell* karena posisi sinar matahari dari utara, sehingga ada sudut-sudut tertentu agar pantulan dari sinar matahari dapat mengenai permukaan modul *solar cell*. Penelitian ini menggunakan tiga buah *solar cell* dengan kapasitas yang sama dan juga dengan menggunakan penambahan *reflector*. Cermin kaca datar telah digunakan pada penelitian ini sebagai *reflector* untuk mengetahui perbedaan tegangan keluaran *solar cell* (Sucipta,2015).

Solar cell merupakan salah satu pembangkit listrik terbarukan yang sangat potensial untuk digunakan di masa mendatang. Tegangan keluaran dari *solar cell* selama ini kurang dapat dioptimalkan. Oleh karena itu diperlukan solusi yang dapat mengoptimalkan tegangan keluaran dari *solar cell*. Penggunaan cermin datar sebagai *reflector* diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengoptimalkan tegangan keluaran dari *solar cell*.

1.1 Rumusan Masalah

1. Bagaimana hasil perbandingan tegangan keluaran antara *solar cell* dengan penambahan *reflector* dan tanpa *reflector*?
2. Berapa besar sudut yang efisien supaya sinar matahari yang mengenai *reflector* dapat terfokuskan terhadap *solar cell*?

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui hasil perbandingan tegangan keluaran antara *solar cell* dengan penambahan *reflector* dan tanpa penambahan *reflector*.
2. Untuk mengetahui besar sudut yang efisien supaya sinar matahari yang mengenai *reflector* dapat terfokuskan terhadap *solar cell*.

1.3 Manfaat Penelitian

1. Mengembangkan ilmu pengetahuan yang diterapkan pada sistem pembangkit terutama dengan menggunakan modul *solar cell*.

2. Penelitian ini dapat menambah pengetahuan tentang penggunaan cermin datar sebagai *reflector* untuk *solar cell*.

2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian tugas akhir ini penulis menggunakan metodologi penulisan sebagai berikut :

1. Studi literature

Studi literature adalah kajian penulis atas referensi yang ada berupa buku, karya-karya ilmiah, dan melalui internet, media massa yang berhubungan dengan penulisan laporan ini.

2. Pengujian

Penelitian ini menggunakan 3 buah modul *solar cell* dengan Pengujian pada penelitian ini menggunakan cermin *reflector* yang dipasang pada sudut kemiringan 65°, 75°, dan 85°. Waktu pengujian dimulai dari jam 09.00 s/d 16.00 WIB.

3. Pengambilan Data

Data diperoleh dengan pengukuran secara langsung intensitas cahaya matahari dan tegangan modul *solar cell*.

4. Analisis Data

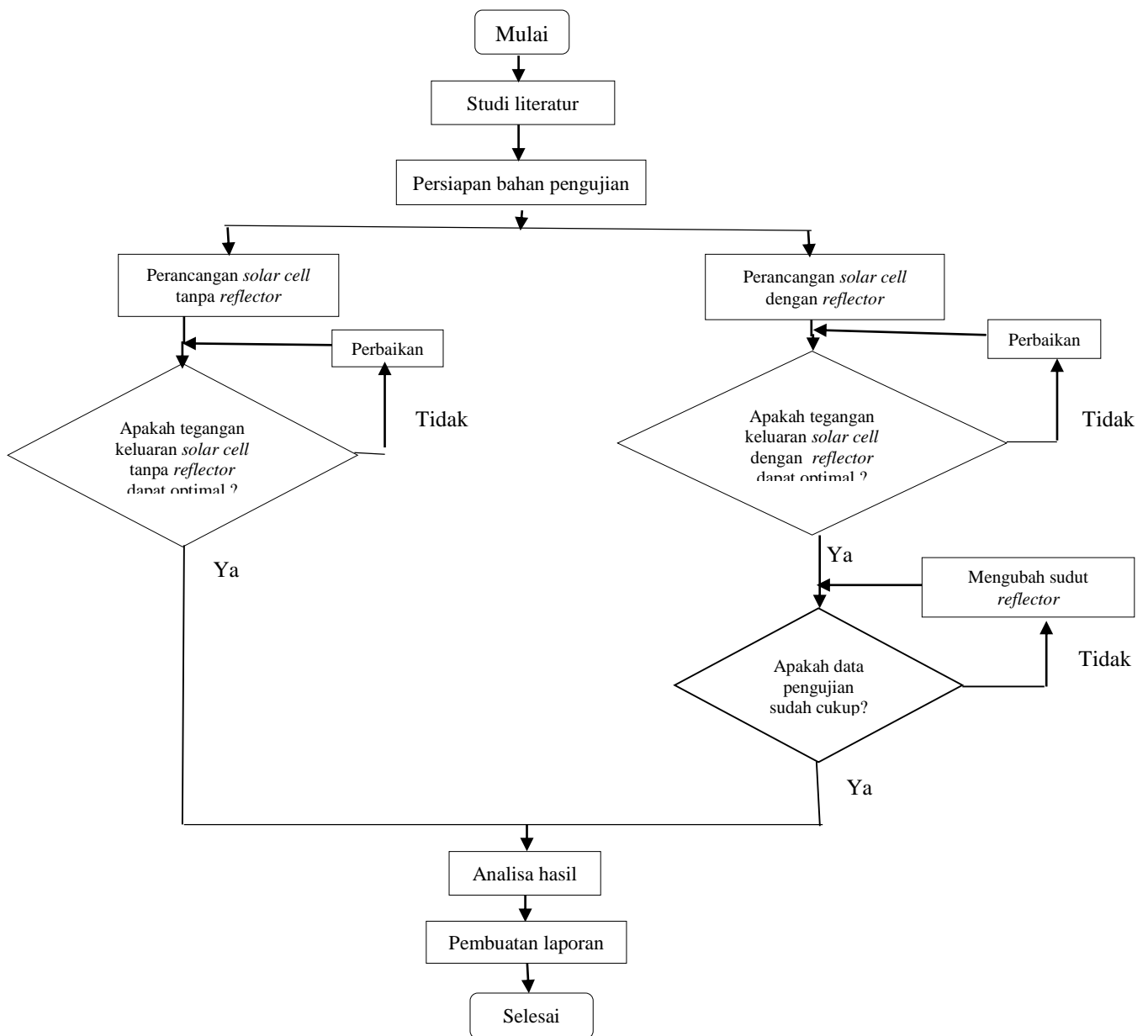
Proses analisis data yang diperoleh ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Mencatat semua data yang diperlukan dalam penelitian.
- b. Membuat tabel penelitian.
- c. Memasukkan data pada tabel.
- d. Menganalisa hasil penelitian.
- e. Memberikan hipotesa.

2.2 Alat Dan Bahan

1. 3 unit *Solar cell* dengan spesifikasi *open circuit voltage* (Voc) sebesar 21,6 V, *optimum operating voltage* (Vmp) sebesar 17,2 V, *short circuit current* (Isc) sebesar 7,72 A, *optimum operationg current* (Imp) sebesar 6,98 A, *maximum power at STC* (PM) sebesar 120 Wp, dan *standard test condition* sebesar 1000W/M², AM 1,5 and 25°C.
2. 3 Cermin datar sebagai *reflector* dengan ukuran 105 cm x 85 cm.
3. Multimeter digital.
4. Busur.
5. Lux meter LT_{Lutron} LX-101A.

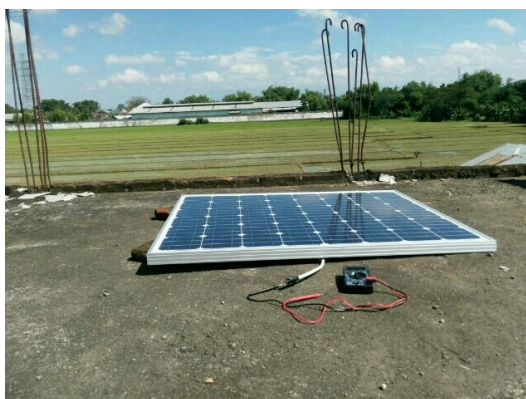
2.3 Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *reflector* terhadap tegangan keluaran yang dihasilkan modul *solar cell*, serta untuk mengetahui besar sudut kemiringan *reflector* yang paling efisien untuk mengoptimalkan tegangan keluaran dari modul *solar cell*. Pada penelitian ini akan dibandingkan modul *solar cell* tanpa *reflector* dan menggunakan *reflector* dengan sudut kemiringan 65°, 75°, dan 85°.



Gambar 2. Modul *solar cell* tanpa *reflector*



Gambar 3. Modul *solar cell* dengan *reflector*

Pengujian pertama yaitu melakukan pengukuran tegangan keluaran dari modul *solar cell* tanpa menggunakan tambahan cermin *reflector*. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran tegangan *solar cell* tanpa menggunakan *reflector*

Waktu	Hari 1		Hari 2		Hari 3	
	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)
09.00	63.300	20,3	61.300	20,2	53.200	19,5
10.00	68.900	20,4	68.900	20,1	81.000	20
11.00	71.200	20,4	56.300	20,3	17.530	18,8
12.00	86.400	20,4	38.700	19,2	76.000	20,4
13.00	69.800	20,3	72.300	19,5	57.300	20,2
14.00	16.800	19,6	39.100	19,8	51.700	19,8
15.00	3.340	16,2	40.900	19,9	7.750	18,4
16.00	3.050	16,4	21.200	19,7	3.150	16,7

Tabel 1 menunjukkan pengujian tanpa *reflector* dengan rata-rata hasil tegangan keluaran modul *solar cell* pada hari pertama, hari kedua, dan hari ketiga sebesar 19,2 V, 19,8 V, dan 19,2 V. Tegangan maksimal keluaran yang didapat saat percobaan ini sebesar 20,4 V dengan besar intensitas cahaya matahari 86.400 Lux saat percobaan hari pertama. Percobaan dihari pertama saat jam 14.00 s/d

16.00 cuaca mendung sehingga intensitas cahaya yang didapat rendah, begitu pula saat pengujian dihari ke 3 saat jam 15.00 s/d 16.00.

Pengujian kedua yaitu melakukan pengukuran tegangan keluaran dari modul *solar cell* menggunakan tambahan cermin *reflector* dengan sudut kemiringan 65°. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan *solar cell* menggunakan *reflector* dengan sudut 65°

Waktu	Hari 1		Hari 2		Hari 3	
	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)
09.00	77.900	20,6	76.900	20,4	56.000	19,6
10.00	79.700	20,6	82.800	20	81.100	20,2
11.00	78.500	20,6	69.200	20,2	17.860	19,1
12.00	97.100	20,6	45.200	19	83.000	20,4
13.00	71.800	20,5	96.200	19,5	57.500	20,2
14.00	17.100	20	55.200	20,2	51.500	19,8
15.00	3.730	17,3	43.500	20	11.400	19,4
16.00	3.210	17,2	20.600	19,8	3.240	17,2

Tabel 2 menunjukkan pengujian menggunakan *reflector* dengan sudut 65°, rata-rata hasil tegangan keluaran modul *solar cell* pada hari pertama, hari kedua, dan hari ketiga sebesar 19,6 V, 19,9 V, dan 19,4 V. Tegangan maksimal keluaran yang didapat saat percobaan ini sebesar 20,6 V dengan besar intensitas cahaya matahari 97.100 Lux pada saat percobaan hari pertama. Pantulan cahaya dari *reflector* mengenai modul *solar cell* tapi tidak fokus terkena modul *solar cell* tapi tegangan yang dikeluarkan ada selisih dengan modul *solar cell* tanpa menggunakan *reflector*. Percobaan dihari pertama saat jam 14.00 s/d 16.00 cuaca mendung sehingga intensitas cahaya yang didapat rendah, begitu pula saat pengujian dihari ke 3 saat jam 15.00 s/d 16.00.

Pengujian ketiga yaitu melakukan pengukuran tegangan keluaran dari *solar cell* menggunakan tambahan cermin *reflector* dengan sudut kemiringan 75°. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran tegangan *solar cell* menggunakan *reflector* dengan sudut 75°

Waktu	Hari 1		Hari 2		Hari 3	
	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)
09.00	68.200	20,5	66.200	20,4	66.100	19,7
10.00	77.300	20,7	83.300	20,2	106.200	20,3
11.00	79.200	20,7	67.900	20,3	18.030	19,3
12.00	108.000	20,7	39.200	19,2	100.100	20,5
13.00	82.200	20,6	100.500	19,7	64.700	20,4
14.00	17.800	20	51.000	20,3	64.300	20,3
15.00	3.820	17,4	42.000	20,1	19.500	19,4
16.00	3.230	17,2	21.900	19,8	3.120	17,2

Tabel 3 menunjukkan pengujian menggunakan *reflector* dengan sudut 75°, rata-rata hasil tegangan keluaran modul *solar cell* pada hari pertama, hari kedua, dan hari ketiga sebesar 19,7 V, 20 V, dan 19,6 V. Tegangan maksimal keluaran yang didapat saat percobaan ini sebesar 20,7 V dengan besar intensitas cahaya matahari 108.000 Lux pada saat percobaan hari pertama. Pantulan cahaya dari *reflector* fokus terkena modul *solar cell* dari jam 09.00 s/d 16.00, meskipun sama-sama menggunakan *reflector* tapi dengan sudut yang berbeda tegangan yang dikeluarkan juga berbeda dengan sudut 65°. Percobaan hari pertama saat jam 14.00 s/d 16.00 cuaca mendung sehingga intensitas cahaya yang didapat rendah, begitu pula saat pengujian dihari ke 3 saat jam 15.00 s/d 16.00.

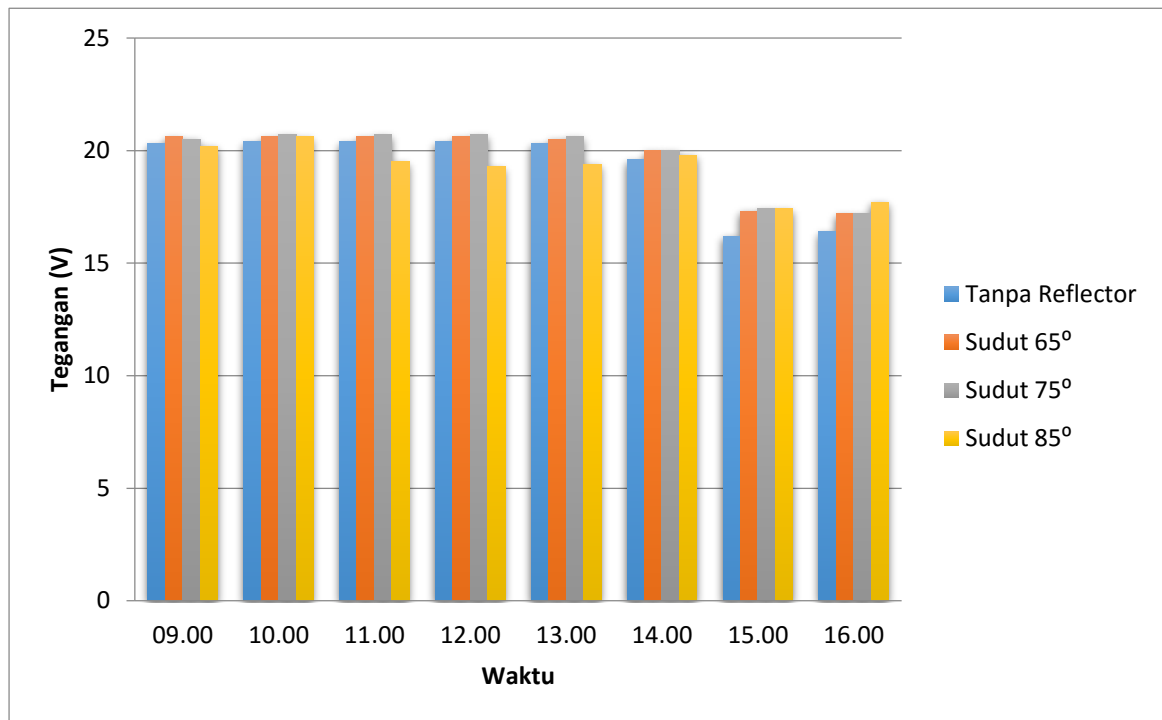
Pengujian keempat yaitu melakukan pengukuran tegangan keluaran dari *solar cell* menggunakan tambahan cermin *reflector* dengan sudut kemiringan 85°. Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengukuran tegangan *solar cell* menggunakan *reflector* dengan sudut 85°

Waktu	Hari 1		Hari 2		Hari 3	
	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Tegangan (V)
09.00	77.100	20,2	79.400	20,2	80.100	20,1
10.00	102.400	20,6	83.300	19,6	89.700	19,5
11.00	114.500	19,5	87.700	20	114.400	20,3
12.00	118.400	19,3	101.700	19,9	112.400	20,3
13.00	114.000	19,4	87.100	19,7	110.800	20,2
14.00	17.400	19,8	96.300	19,9	87.300	19,8
15.00	3.800	17,4	66.500	19,3	19.400	19,3
16.00	3.120	17,7	39.700	18,8	3.500	17,1

Tabel 4 menunjukkan pengujian menggunakan *reflector* dengan sudut 85°, rata-rata hasil tegangan keluaran modul *solar cell* pada hari pertama, hari kedua, dan hari ketiga sebesar 19,4 V, 19,6 V, dan 19,5 V. Tegangan maksimal keluaran yang didapat saat percobaan ini sebesar 20,6 V dengan besar intensitas cahaya matahari 102.400 Lux pada cuaca cerah. Percobaan hari pertama pantulan cahaya dari *reflector* mengenai modul *solar cell* saat jam 09.00 s/d 11.00 secara fokus, tapi jam 11.00 s/d 14.00 pantulan cahaya dari *reflector* hanya mengenai separuh dari modul *solar cell* sehingga intensitas cahaya yang didapat tinggi tapi tegangan keluarannya tidak tinggi. Jam 14.00 s/d 16.00 dihari pertama cuaca mendung begitu pula dengan pengujian di hari ke 3 jam 15.00 s/d 16.00. Jam 14.00 sampai 16.00 pantulan cahaya mengenai modul *solar cell* secara merata.

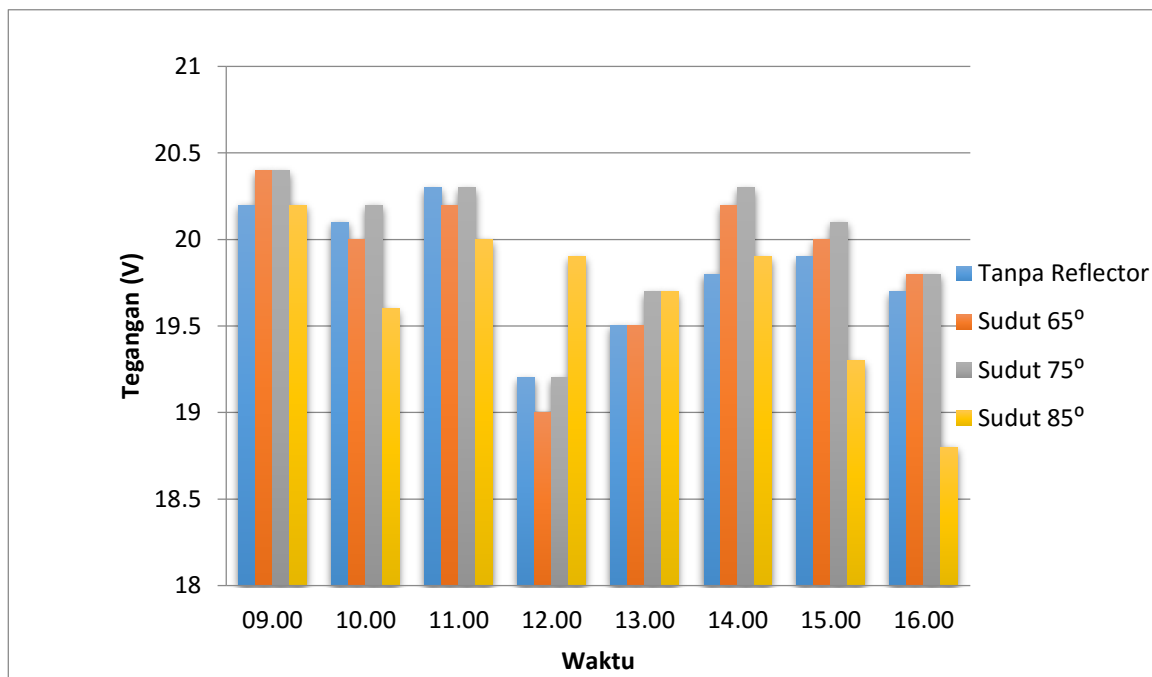
Grafik perbandingan tegangan keluaran modul *solar cell* pada hari pertama dapat dilihat pada grafik 1.



Grafik 1. Perbandingan hasil tegangan keluaran modul *solar cell* hari pertama

Grafik 1 menunjukkan hasil percobaan pada hari pertama menunjukkan bahwa penggunaan *reflector* dengan sudut kemiringan 75° menghasilkan tegangan keluaran paling optimal yaitu sebesar 20,7 V. Modul *solar cell* yang tidak menggunakan *reflector* tegangan keluaran yang dihasilkan paling rendah sebesar 16,2V.

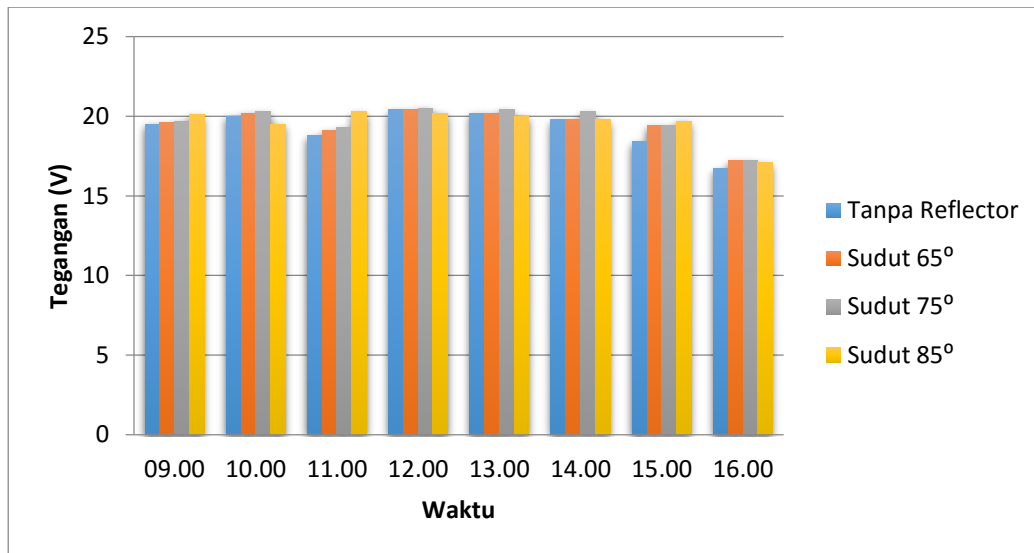
Grafik perbandingan tegangan keluaran modul *solar cell* pada hari kedua dapat dilihat pada grafik 2.



Grafik 2. Perbandingan hasil tegangan keluaran modul *solar cell* hari kedua

Grafik 2 menunjukkan hasil percobaan pada hari kedua menunjukkan bahwa penggunaan *reflector* dengan sudut kemiringan 75° dan 65° menghasilkan tegangan keluaran paling optimal yaitu sebesar 20,4 V. Modul *solar cell* yang menggunakan *reflector* dengan sudut kemiringan 65° tegangan keluaran yang dihasilkan paling rendah sebesar 19 V.

Grafik perbandingan tegangan keluaran modul *solar cell* pada hari ketiga dapat dilihat pada grafik 3.



Grafik 3. Perbandingan hasil tegangan keluaran modul *solar cell* hari ketiga

Grafik 3 menunjukkan hasil percobaan pada hari ketiga bahwa penggunaan *reflector* dengan sudut kemiringan 75° menghasilkan tegangan keluaran paling optimal yaitu sebesar 20,5 V. Modul *solar cell* yang tidak menggunakan *reflector* tegangan keluaran yang dihasilkan paling rendah sebesar 16,7 V.

4. PENUTUP

Pada pengujian modul *solar cell* keluaran yang dihasilkan dipengaruhi oleh intensitas cahaya, sudut kemiringan *reflector*, dan luas *reflector*. *Reflector* mempengaruhi fokus cahaya yang dipantulkan ke modul *solar cell*. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima modul *solar cell*, maka semakin tinggi keluaran tegangan yang dihasilkan.

Modul *solar cell* tanpa *reflector* menghasilkan tegangan keluaran maksimal sebesar 20,4 V dengan intensitas cahaya matahari sebesar 86.400 Lux. Modul *solar cell* dengan *reflector* sudut 65° menghasilkan tegangan paling tinggi sebesar 20,6 V dengan intensitas cahaya matahari sebesar 97.100 Lux. Modul *solar cell* dengan *reflector* sudut 75° menghasilkan tegangan maksimal sebesar 20,7 V dengan intensitas cahaya matahari sebesar 97.100 Lux. Sedangkan hasil tegangan keluaran modul *solar cell* dengan *reflector* sudut 85° sebesar 20,6 V dengan intensitas cahaya matahari sebesar 102.400 Lux.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan *reflector* terhadap modul *solar cell* mengoptimalkan tegangan keluaran yang dihasilkan dibandingkan modul *solar cell* tanpa penambahan *reflector*. Penempatan *reflector* dan pengaturan kemiringan sudut mempengaruhi tegangan yang

dihasilkan. Cermin *reflector* dengan sudut kemiringan 75° merupakan sudut optimal karena rata-rata tegangan keluaran di hari pertama, hari kedua, dan hari ketiga menghasilkan tegangan sebesar 19,7 V, 20 V, dan 19,6 V.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam penelitian dan penulisan karya ilmiah, sebagai berikut:

1. ALLAH SWT yang telah memberikan kenikmatan dan kemuliaan yang tidak ada hentinya.
2. Kedua orang tuaku tersayang dan seluruh keluarga besar terima kasih atas do'a yang senantiasa dipanjatkan untuk penulis sehingga memberi kekuatan dan dorongan dalam menggapai cita-cita.
3. Bapak Umar, ST, MT. selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Hasyim Asy'ari, ST, MT. selaku pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu dosen atas kesediaanya mengalirkan ilmunya kepada penulis selama berada di Teknik Elektro.
6. Seluruh Staf Tata Usaha, Staf Akademik maupun non Akademik, yang telah banyak membantu dan memberikan kemudahan kepada penulis selama menempuh studi di Teknik Elektro.
7. Seluruh pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman HASYIM fans Molek, Surtini, Jepek, Kriwil, Julda, Semper, Saleh, Susanto, Tiyyok, Azis yang membantu dan memberi semangat untuk wisuda ditahun 2016.
9. Teman-teman teknik elektro angkatan 2012 yang telah memberikan doa dalam menyelesaikan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M., Khan, H, and Abu, S. I. (2011). *An Efficient Power Electronics Solution for Lateral Multi-Junction Solar Cell Systems*. Salt Lake City: Univ. of Utah, 73-78.
- Henze, N, Martin, W., and Pascal H. (2004). *Investigation Of Planar Antennas With Photovoltaic Solar Cells For Mobile Communications*. Kassel: Institute for Solar Energy Supply Technology, 622-626.
- Isa, M M, and H H Goh. (2015). *Design Optimisation of Compound Parabolic Concentrator (CPC) for Improved Performance*. Stockholm. Royal Institute of Technologi, 9(5):72-79.
- Supranto. (2015). *Teknologi Tenaga Surya*. Yogyakarta: Global Pustaka Utama, 32-36.
- Sucipta, M., Faizal, A., and Astawa, K. (2015). *Analisis Performa Modul Solar Cell Dengan Penambahan Reflector Cermin Datar*. Badung: Universitas Udayana, 14(44):1-7.
- Zin, N, Andrew, B., Evan, F., and Vernie, E. (2008). *Design, Characterization and Fabrication of Silicon Solar Cells for >50% Efficient 6-Junction Tandem Solar Cells*. Canberra: The Australian National University, 1(1):1-4.